

5. Вольфсон П.М. Подэтажное самообрушение, Кривой Пор, 2012.
6. Busck Philip Loweizing Mining Costs with block caving, Engineering Mining yornal, 1946. v. 147 №4.
7. Чарквиани К.М. К вопросу определения аналитическим методом главных конструктивных элементов системы разработки блоковым обрушением. «Вопросы горного дела», сб. Углетехиздат, 1948.
8. Черемушенцев И.А. Определение высоты блока при системе этажного обрушения, 1953, Горный журнал №2.
9. Куликов А.В., Куликов В.В. Правильно устанавливать параметры системы этажного самообрушения, Горный журнал, 1954, №11.
10. Малахов Г.М., Лавриненко В.Д. Влияния размеров блоков на проявления горного давления при этажном самообрушении, Горный журнал, 1954, №12.

Рукопись поступила в редакцию 19.04.16

УДК 676.022

И.И. АНТОНЕНКО, канд. техн. наук, доц., Криворожский педагогический институт
А.И. КУЧМА, канд. техн. наук, доц., Криворожский национальный университет

ПРОИЗВОДСТВО ВЛАГОПРОЧНОЙ ГОФРОТАРЫ ПУТЕМ ПОВЕРХНОСТНОЙ ОБРАБОТКИ ЗАГОТОВОК

Рассмотрены две технологии производства влагопрочной тары из гофрированного картона. Первая технология получения влагопрочного гофрокартона с последующей переработкой в тару вызывает до 30% отходов, которые частично или полностью теряются из-за трудности восстановления волокнистого сырья и химикатов. Более перспективна вторая технология производства влагопрочной гофротары, когда готовые изделия из гофрокартона обрабатываются горячим расплавом в автономных камерах. В качестве гидрофобного горячего расплава рекомендуется использовать пропитывающий состав композицией 80% парафина и 20% церезина. В результате лабораторных исследований установлена оптимальная температура $115\pm 5^\circ\text{C}$ парафинового расплава. Для снижения расхода горячего расплава рекомендовано перед импрегнированием нагревать заготовки в течении 1 мин. струёй горячего воздуха при температуре $75-80^\circ\text{C}$, а также импрегнирования для удаления излишков расплава обдувать заготовки горячим воздухом при скорости 15 м/с. Для предотвращения слипания гофроящиков при хранении после обработки горячим расплавом рекомендуется в течении 2 мин производить обдув заготовок воздухом при температуре 20°C . При работе с парафино-церезиновыми составами необходимо применение оборудования во взрывобезопасном исполнении и снабжать помещения приточно-вытяжной вентиляцией. Установлено, что пропитка гофрокартона парафино-церезиновым составом увеличивает влагопрочность по показателю сопротивления торцевому сжатию на 63%. Определены основные технологические параметры автономной импрегнирующей установки позволяющей сократить до 20% отходы гофротарного производства.

Ключевые слова: влагопрочная гофротара, поверхностная обработка, парафино-церезиновый расплав, автономная установка.

Проблема и ее связь с научными и практическими задачами. Гофрированный картон является недорогим материалом, который широко используется для производства транспортной тары. Обычный гофрокартон частично или полностью теряет свою прочность во влажных условиях, что ограничивает область его применения.

В последнее время как за рубежом, так и у нас в стране проводятся исследования в области создания эффективных технологий производства влагопрочной тары из гофрированного картона. Многими авторами доказано, что обработка гофрокартона гидрофобными составами на основе парафина повышает прочность и водонепроницаемость ящиков, что позволяет применять их вместо деревянных и пластмассовых. При этом мерой влагопрочности считают выраженное в процентах отношение того или другого прочностного показателя влажного материала к этому же показателю сухого материала.

Известно несколько способов придания влагопрочности гофрированному картону [1,2]:
нанесение покрытий на поверхность гофрокартона, таких например, как полиэтиленовая пленка;

пропитка гофрокартона гидрофобными составами, например, импрегнирование парафиновыми расплавами;

предварительная обработка гидрофобным составом бумаги для гофрирования и картона для плоских слоев, например, латексная проклейка массы;

пропитка гидрофобным клеящим расплавом бумаги для гофрирования и внутренних слоев гладких слоев картона с последующим термосклеиванием - термосклеенный гофрокартон.

Полученный тем или другим способом влагопрочный гофрокартон раскраивается на заготовки и направляется на перерабатывающее оборудование для изготовления ящиков. В процессе производства влагопрочной гофротары по данной технологии образуется до 25-30 % отходов, которые частично или полностью теряются из-за трудности восстановления волокнистого сырья и химикатов. Другим существенным недостатком вышеназванной технологии является снижение производительности гофроагрегата. Так, при импрегнировании гофрокартона парафиновым составом по технологии австрийской фирмы «Дуропак» производительность гофроагрегатов Измаильского ЦКЗ снижается в 2 раза. Поэтому технология производства влагопрочного гофрокартона с последующей переработкой на тару не нашла широкого применения на практике.

Более перспективен второй способ производства влагопрочной гофротары, когда готовые изделия из гофрокартона обрабатываются горячим расплавом в автономных камерах.

Анализ исследований и публикаций. В Великобритании разработана установка для непрерывной обработки гофрированного картона [3]. Установка представляет собой камеру, состоящую из трех отсеков, один отсек служит непосредственно для облива заготовок импрегнирующим составом, второй отсек служит для обдува заготовок горячим воздухом, третий отсек служит для охлаждения заготовок. Через установку проходит транспортер для непрерывной подачи заготовок. К преимуществам установки можно отнести непрерывность работы и высокую механизацию труда.

Японскими специалистами разработана установка для импрегнирования гофрокартона, в которой нанесение водоотталкивающего раствора достигается методом пульверизации [4].

Установка компактна, экономична, исключает монтаж массивного циркуляционного устройства, но более сложна в изготовлении.

Фирмой «Ваксика» (Швейцария) предлагается установка для пропитки гофрированного картона. Нанесение водоотталкивающего раствора достигается обливом. Заготовки подаются на обработку в кассетах. Загрузка и выгрузка кассет осуществляется вручную. Максимальный формат заготовок 1140×1200 мм. Предусмотрено выполнение специальных машин для других форматов. Скорость продвижения вперед регулируется в пределах от 0,09 до 4,5 м/мин. Оптимальной является скорость 0,8 м/мин. Производительность установки при этой скорости 1500 шт/мин. Максимальная потребляемая мощность - 20 кВт. Расход воздуха пневматической установки составляет около 20 л для каждой корзины при рабочем давлении 6-7 кг/см². Вместительность бака плавления - около 400 кг. Время преднагрева составляет: при полностью холодном - около 6 ч, с перерывом 12 ч - около 2 ч. Поглощение парафина на 1 м² гофротары - 30-40 %. Габаритные размеры установки: длина - 14 м, ширина - 4 м. Вес машины составляет около 7500 кг, бака плавления - 1500 кг.

Постановка задачи. В нашей стране также начаты работы по созданию автономных импрегнирующих установок. Первая отечественная установка создана специалистами Измаильского ЦКЗ. Она включает в себя камеру предварительного нагрева, камеру полива заготовок горячим парафином, камеру обдува горячим воздухом и камеру охлаждения за счет обдува воздухом. На входе и выходе каждой камеры имеются шиберные заслонки. Для фиксации вертикального положения заготовок служат специальные кассеты. Подача кассет с заготовками на обработку осуществляется пневмоцилиндром. Необходимая температура горячего расплава поддерживается с помощью обогреваемого паром бака плавления. Установка работает следующим образом. Подготовленные две кассеты с заготовками устанавливаются на загрузочный стол и с помощью пневмоцилиндра подаются на обработку. Опускаются шиберные задвижки и производится в течение 1,0-1,5 мин обработка заготовок в камере предварительного нагрева.

Затем шиберы поднимаются. Устанавливаются следующие две кассеты с заготовками и цикл повторяется. Таким образом, заготовки проходят все стадии обработки и выталкиваются на выгрузочный стол, где готовые изделия вынимают из кассет, а пустые кассеты по рольгангу направляют на загрузку. Температура импрегнирующей смеси и воздуха при удалении излишков расплава составляет 100-120 °С. Максимальный размер обрабатываемой гофротары 1,5×1,5 м. Примерные габариты установки 10×3×3 м.

Установка имеет целый ряд конструктивных недостатков: ручная загрузка и выгрузка заготовок, засорение окружающей среды парами парафина, ненадежное поливочное устройство, недостаточное удаление импрегирующей смеси с нижней части заготовок, неэффективное охлаждение заготовок, заклинивание кассет в охлаждающей камере в холодное время года. Кроме того, наносимая парафиновая пленка хрупка и легко ломается при перегибах картона, в результате чего образуются трещины, способствующие нарушению влагопрочности. Этот недостаток ограничивает применение 100 %-го парафина для указательных целей.

В целом установка пригодна для эксплуатации, однако необходима существенная доработка большинства ее узлов и выбор рецептуры горячего расплава.

Изложение материала и результаты исследований. Гидрофобные пропитывающие составы с течением времени совершенствовались и модернизировались.

В настоящее время 100 %-й парафин начал вытесняться сложными компонентами на базе парафиновых восков.

Введение в парафин высокополимерных модификаторов, таких как полиэтилен, полипропилен, полипропилен улучшает эксплуатационные показатели парафинового покрытия, но одновременно они в значительной степени осложняют технологический процесс получения композиций и их нанесение на упаковочные материалы [5].

Модификация парафина сэвиленом стабилизирует механические свойства покрытия. Так, после 9 месяцев атмосферного старения сопротивление изгибу и удару ухудшается всего на несколько процентов. Добавка сэвилена повышает и стабилизирует блеск парафинового покрытия [6].

Улучшение эксплуатационных показателей покрытия из модифицированного парафина связано с изменением кристаллической структуры модифицированного парафина по сравнению с чистым парафином. Размер кристаллитов модифицированного сополимером парафина в 15-20 раз меньше кристаллитов чистого парафина и в 10 раз меньше парафина модифицированного полиэтиленом.

Гофрированный картон, обработанный модифицированными парафиновыми составами, обладает повышенными защитными свойствами, прежде всего влагопрочностью. Добавка к парафину 10-15 % нефтяного или синтетического воска, обладающего микрокристаллической структурой, придает покрытию эластичность, твердость. Смесь парафина с церезином приобретает структуру, приближающуюся к микровосковым [7].

Общим требованием к восковым покрытиям, пригодным для применения в контакте с пищевыми продуктами является соблюдение следующего условия: покрытия не должны взаимодействовать с продуктами, растворять или набухать в них и изменять вкус или запах. Особенностью исходных компонентов, входящих в восковые композиции является наличие в их составе определенного количества ароматических углеводородов, из которых некоторые могут быть канцерогенными.

Поэтому при разработке восковых покрытий должны быть использованы высокоочищенные исходные продукты, которые прошли тщательные санитарно-технические исследования.

В последнее время в связи с дефицитом парафина появился интерес к другим составам для пропитки. Такими составами могут быть полиэтилены высокой плотности, акриловые эмульсии, восковые эмульсии, хром-комплексные эмульсии, полиэтиленовые эмульсии и сочетание вышеупомянутых материалов.

Ускоренным темпом парафиновые эмульсии продолжают заменять парафин, поскольку эмульсионные покрытия имеют следующие преимущества:

- низкая вязкость;
- пленки не липнут ни во влажном, ни в сухом состоянии;
- быстро пропитываются и просушиваются;
- материалы, обрабатываемые эмульсией, легко приклеиваются клеями на водной основе;
- улучшают свойства печатания;
- обладают высокой водостойкостью.

Исследователями ВНИИБа (Россия) рекомендуется использовать при обработке гофротары горячий расплав композицией 80 % парафина П-1 или П-2 + 20 % церезина М-65 [8].

Анализ научно-технической литературы показал, что парафиновые композиции нашли широкое применение для получения влагопрочного картона. Но парафиновые композиции с низ-

кой температурой плавления (43-57 °С) имеют высокую слипаемость и плохую стойкость к истиранию, а с высокой температурой плавления (57-74 °С) - хрупки. Поэтому недостатки этих композиций обычно преодолевают включением в них микрокристаллических восков[9].

Другие пропитывающие составы (например, различные смолы) не нашли широкого распространения в связи с более высокой стоимостью и сложностью их использования в производстве. Кроме того, для их использования необходимо применение растворителей, отвердителей, что также усложняет процесс пропитки и сушки.

Поэтому рекомендуется применять пропитывающий состав на основе парафина, с введением в композицию церезина.

Парафино-церезиновые составы являются горючими веществами. Температура вспышки составляет 200 °С. При работе с парафино-церезиновыми составами необходимо выполнять следующие требования безопасности[10,11]:

электрооборудование и освещение на установке с применением парафиновых составов должно быть во взрывобезопасном исполнении;

рабочие, обслуживающие установки по производству и применению парафино-церезиновых сплавов обеспечиваются спецодеждой (фартук брезентовый, очки защитные, комбинезон хлопчатобумажный, ботинки кожаные, рукавицы брезентовые);

помещения, в которых проводят работы с парафином и церезином должны быть снабжены приточно-вытяжной вентиляцией;

при сливно-наливных операциях необходимо принимать меры по защите от статического электричества;

не допускается непосредственный контакт парафина и церезина с открытым огнём;

при загорании парафино-церезинового состава необходимо применять средства пожаротушения (пенные огнетушители, сухой песок, кошму).

В результате лабораторных исследований обнаружено, что пропитка гофрокартона горячим парафиновым расплавом осуществляется практически мгновенно. Важнейшим технологическим параметром при обработке гофротары горячим расплавом является его температура. В результате экспериментов установлена оптимальная температура $115 \pm 5^\circ\text{C}$. При более высоких и низких температурах наблюдался повышенный расход парафина.

Для удаления излишков импрегнирующего состава с поверхности заготовок рекомендуется производить обдув горячим воздухом при скорости 15 м/с. При меньших скоростях на поверхности заготовок имелись сырые полосы.

Также для снижения расхода горячего расплава необходимо перед импрегнированием нагреть заготовки в течение 1 мин струей горячего воздуха при температуре 75-80°С.

В результате обработки гофротары горячим расплавом температура заготовок превышает температуру плавления парафино-церезиновой смеси 50-60°С. Поэтому на поверхности заготовок, особенно в нижней части, могут быть полосы жидкого горячего расплава. При укладке горячих заготовок в пачки и дальнейшем их хранении в штабеле возможно их слипание за счет адгезионных свойств горячего расплава. Поэтому последней технологической операцией обработки гофротары горячим расплавом является охлаждение заготовок для отверждения пленки расплава на их поверхности. В результате экспериментов было установлено, что отверждение пленки горячего расплава на поверхности заготовок при температуре окружающего воздуха 17°С происходит в течение 1,6 мин. Установлено положительное влияние обдува воздухом на время отверждения горячего расплава. Так при скорости воздуха 10,18,25 м/с время отверждения горячего расплава составило соответственно 45,35,30 с. Учитывая возможность более высокой температуры окружающего воздуха в летнее время можно рекомендовать для охлаждения заготовок обдув воздухом при скорости 10 м/с в течение 2 мин.

Пропитка гофрокартона парафиновым составом (80 % парафина и 20 % церезина) увеличивает влагопрочность по показателю сопротивления торцевому сжатию на 63 %.

Выводы и направление дальнейших исследований. Полученные результаты лабораторных исследований подтвердили возможность производства влагопрочной гофротары методом поверхностной обработки заготовок горячими расплавами на основе парафина в автономных установках. Дальнейшие исследования должны быть направлены на создание опытного оборудования для обработки гофротары горячими расплавами.

Список литературы

1. Данилевский В.А. Картонная и бумажная тара / В.А. Данилевский – М., Лесная промышленность. 1970. - 214 с.
 2. Тарасова О.И. Придание влагопрочности бумаге для гофрирования восковыми сплавами в производстве влагопрочного гофрированного картона / О.И. Тарасова – Дисс. канд. техн. наук, Л., 1976. - 192 с.
 3. Патент. Великобритания, №1502599, МКИВ05с, 5/00. Водоотталкивающий качественный картон и устройство для его изготовления. Опубликовано 01.03.78.
 4. Патент. Япония, №50-27084, МКИВ32В31/00. Устройство для придания картону влагопрочности. Опубликовано 03.10.68.
 5. Бондарев А.И. Производство бумаги и картона с покрытием / А.И. Бондарев. – М.: Лесная промышленность, 1985. – 188с.
 6. Мартиросов Р.А. Работы по улучшению качества и освоению производства парафинового состава для иммигранирования гофрокартона / Р. Мартиросов, Р. Гладышев // - Сб. реф. НИР и ОКР : лесная, целлюлозно-бумажная и деревообрабатывающая промышленность. – М., 1980.- с.4
 7. Тарасова О.И. Критерии оценки влагопрочности гофрированного картона / О.И. Тарасова// Сб. трудов ВНИЭКИТУ. – Калуга, 1974.-Вып.11.с.67-71.
 8. Кузнецова Я.Д. Использование различных парафиновых составов для обработки гофрированного картона. / Я.Д. Кузнецова, .. Демченко Н.С., Тимохина Т.В. // Новое в технологии технических и тароупаковочных видов бумаги и картона. Сб. трудов ВНИИБ.-Л.,1978.-с.49-52.
 9. Русакова Л.А. Восковые покрытия для упаковки продуктов питания / Л.А. Русакова, Е.В. Кузнецов, Н.И. Вологодская // Научные проблемы создания прогрессивных видов тары: Сб. трудов ВНИЭКИТУ – Калуга, 1975.- Вып. 12. С.65-69.
 10. Жидецкий В.Ц. Основы охорони праці / В.Ц. Жидецкий, О.В. Мельников, В.С. Джигрей.-Львів: Афіша, 2000.-350с.
 11. Лесенко Г.Г. Инженерно-технические средства безопасности труда / Г.Г. Лесенко, Ю.С. Паньковский, В.Н. Петров.- К.: Техніка,1983.-126с.
- Рукопись поступила в редакцию 28.03.16

УДК 622 - 032. 35: 502. 7

О.І. ПОВЗУН, канд. техн. наук, доц., С.В. ПОДКОПАЄВ, д-р техн. наук, проф.,
О.В. ФРОЛОВ, канд. техн. наук, доц., ДВНЗ «Донецький національний технічний університет»,
С.В. КОНОНИХІН, канд. техн. наук, доц., Красноармійський індустріальний інститут
ДВНЗ «Донецький національний технічний університет»,
М.А. ГЛАЗУНОВА, студент, ДВНЗ «Донецький національний технічний університет»

ОПТИМАЛЬНЕ КАМ'ЯНОВУГІЛЬНЕ В'ЯЖУЧЕ, МОДИФІКОВАНЕ ВІДХОДАМИ ВИРОБНИЦТВА ПОЛІСТИРОЛУ ДЛЯ УКРІПЛЕННЯ ГОРІЛОПОРІДНИХ ОСНОВ АВТОМОБІЛЬНИХ ДОРІГ

При оптимізації модифікованого полістирольним пилом кам'яновугільного в'язучого як фактори варіювання було прийнято: умовна в'язкість дьогтю за C_{30}^{10} , с; масова концентрація полістиролу, %; час приготування дьогтеполістирольного в'язучого, хвилини. Параметрами оптимізації є: температура розм'якшення в'язучого, °С; еластичність в'язучого при 0 °С, %; розтяжність в'язучого при 0 °С, м; водонасичення дьогтеполістиролбетону, %; границя міцності дьогтеполістиролбетону на стиск при 20 °С, МПа; коефіцієнт тривалої водостійкості дьогтеполістиролбетону. Оптимальні склади системи «дьоготь - ПС» визначали як оптимальні області допустимих значень факторів X_1 , X_2 , X_3 .

Коефіцієнти рівнянь регресії обчислено за методом найменших квадратів. Рівняння регресії представляють собою поліном другого ступеня. Одержані рівняння регресії перевірено на адекватність і задовольняють критерію Фішера. Розраховано й побудовано тривимірні діаграми «параметр оптимізації системи – фактори варіювання». Відповідно до отриманих рівнянь регресії побудовано поверхні відклику. Оптимальною системою «дьоготь - полістирол» є при умовній в'язкості дьогтю за C_{30}^{10} (X_1) 75-250 с, масовій концентрації полістиролу (X_2) 4,0-6,0 % та часі приготування дьогтеполістирольного в'язучого X_3 впродовж 70-80 хвилин. За фізико-механічними властивостями таке в'язуче наближається до дорожніх нафтових бітумів.

Ключові слова: транспортний процес, руйнування, міцність, горілі породи, в'язуче, відходи полістиролу

Проблема та її зв'язок з науковими та практичними завданнями. Зростання навантажень, інтенсивності і швидкостей приводить до посиленого впливу транспортних засобів на